Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **16. Mai 1881.** **Nr. 3.**

Inhalt: **Pringsheim**, I Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. II. Untersuchungen über das Chlorophyll. — **Gruber**, Der Teilungsvorgang bei Euglypha alveolata. — **Bütschli**, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. — **Flechsig**, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Leitungsbahnen im Grosshirn des Menschen. — **Dansky** und **Kostenitsch**, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Keimblätter und des Wolff'schen Ganges im Hühnerei. — **Rosenthal**, Altes und Neues über Atembewegungen. — **Weyl**, Das Chlorophyll. — **Landois**, Brütapparat mit elektromagnetischer Vorrichtung zur Regulirung eines constanten Temperaturgrades..

I. N. Pringsheim, Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze.

(Jahrb. f. wiss. Bot. XII. Bd. 3. Heft S. 288—437, Taf. XI—XXVI. Auch separat erschienen Leipzig, Engelmann 1881.)

II. N. Pringsheim, Untersuchungen über das Chlorophyll.

V. Abt.: Zur Kritik der bisherigen Grundlagen der Assimilationstheorie der Pflanzen. (Monatsber. d. K. Akademie d. W. zu Berlin vom Febr. 1881. 21 S.).

Was der Verfasser während der letzten drei Jahre in den Monatsberichten der Berliner Akademie über die Chlorophyllfrage vorläufig mitgeteilt hat, das liegt nun, in umfassender Bearbeitung vereinigt, vor in der erstgenannten, von ebenso vorzüglichen als lehrreichen Abbildungen begleiteten Abhandlung. Die an zweiter Stelle erwähnte Mitteilung fasst die für die Lehre von der pflanzlichen Assimilation und Atmung wichtigsten Ergebnisse der erstgenannten zusammen und discutirt die dadurch angeregten hochinteressanten physiologischen Fragen. Diese Abhandlung glauben wir, von einigen unwesentlichen Kürzungen abgesehen, wörtlich wiedergeben zu sollen, eingeführt durch einen zu ihrem Verständniss nötigen kurzen Auszug speciell aus dem histologisch-mikrochemischen Inhalte der ersterwähnten Arbeit.

In dieser erfährt zunächst unsre histologische und mikrochemische Kenntniss des Chlorophyllkörpers maßgebende

Erweiterung und Verfeinerung. Bisher war wesentlich von einer homogenen protoplasmatischen Grundsubstanz dieser Gebilde die Rede, aus welcher man den Farbstoff mit bekannten Lösungsmitteln ausziehen, in welcher man ferner meist Amylumeinschlüsse nachweisen konnte. Durch eindringendes Studium der Erscheinungen, welche durch feuchte Wärme und durch verdünnte Säuren (insbesondere Salzsäure) hervorgerufen werden, gelangt P. erheblich weiter. Er stellt den Chlorophyllkörper dar als einen Hohlkörper mit netzartig durchbrochener Hülle, die Hohlräume erfüllt von Tropfen einer ölähnlichen Masse, die ihrerseits den Chlorophyllfarbstoff enthält. Erwärmung bewirkt den Austritt der farbstofffführenden Oeltropfen, die sich neben die entfärbte Grundmasse lagern. — Die feinporöse Struktur der öldurchtränkten Chlorophyllkörper passt vorzüglich zu deren Funktion als Organe für die Aufnahme von Gasen und speciell die Condensirung und Bindung des Sauerstoffs.

Fast alle darauf untersuchten Chlorophyllkörper höherer wie niederer Pflanzen zeigen auf Einwirkung verdünnter Salzsäure die Abscheidung von Hypochlorin, im ausgeprägtesten Falle in Form von rostbraunen, krystalloidischen Nadeln oder Stäbchen. Hypochlorin nennt Pringsheim einen von ihm entdeckten vorläufig nur mikrochemisch gekennzeichneten Körper, dessen mikrochemisches Verhalten seine Verwandtschaft mit den kohlenstoffreichen Gruppen der Harz- und Fettkörper dartut, während die besondere Art seines Vorkommens auf eine nahe genetische Beziehung zu den Amylumeinschlüssen der Chlorophyllkörper hinweist. Ueberall nämlich, wo die Einlagerung von Stärke im Chlorophyllkörper auf histologisch bestimmte Teile des letzteren, die sog. Amylumherde beschränkt ist, fällt die Stelle der Amylumbildung und der Hypochlorinausscheidung zusammen. Da aber die Hypochlorinreaction schon vor der Amylumbildung an fraglichen Orten hervorgerufen werden kann, so scheint das Hypochlorin dem Amylum im Chlorophyllkörper voranzugehen. Das Hypochlorin kann in gleichartigen Chlorophyllkörpern in wechselnder Menge vorkommen oder auch ganz fehlen, muss also bald erzeugt, bald verbraucht werden. Seine Präexistenz im unversehrten Chlorophyllkörper, vor der Säureeinwirkung, hält P. für sicher. Die Entstehung des Hypochlorins in der lebenden Pflanze ist im Wesentlichen an die gleichen Bedingungen geknüpft, wie diejenige des Chlorophyllfarbstoffs. Wärme von etwa 45—50° zerstört das Hypochlorin, ohne den Chlorophyllkörper sonst anzugreifen.

Um photochemische Wirkungen auf Pflanzenzellen, sowie die Erscheinungen des pflanzlichen Gaswechsels im weissen und farbigen Licht unmittelbar unterm Mikroskop zu studiren, hat P. eine ausführlich beschriebene Methode directer mikroskopischer Photochemie ersonnen. „Die Berechtigung dieser Methode, so fremdartig sie auf den ersten Blick gegenüber der gewöhnlichen Weise mikroskopischer Be-

obachtung erscheint, ergiebt sich aus ihren Resultaten und ist an sich klar, sobald man, wie es auch die Versuche nachweisen, voraussetzt, dass photochemisch empfindliche Substanzen im Zellinhalte vorhanden sind.“ Verlangt werden unmittelbar augenfällige Wirkungen der gewählten Versuchsbedingungen und dem entsprechend höhere Lichtintensitäten, als sie bisher bei den Versuchen über die Wirkung verschiedener Spectralfarben auf Wachstum und Gaswechsel allgemein zur Anwendung gelangt sind. Für alle technischen und methodischen Einzelnheiten sei auf das Original der ersten Abhandlung verwiesen; hinsichtlich der Ergebnisse dagegen auf den unten folgenden Abdruck der zweiten.

M. Reess.

Die gegenwärtige Lehre von der Bedeutung der grünen Farbe der Vegetation für das organische Leben auf unsrer Erde sieht bekanntlich in dem Chlorophyllfarbstoff den directen Träger der Kohlensäure-Zersetzung der Atmosphäre und stützt sich bei dieser Ansicht auf die übereinstimmenden Erfahrungen über den Gaswechsel grüner Gewebe im Lichte. Auch nach meiner Vorstellung hat allerdings die grüne Farbe zweifellos eine maßgebende Bedeutung für die Organisation und Ansammlung des Kohlenstoffs im Gewächsreiche, allein ihr Nutzen liegt in einer physikalischen Beziehung des Farbstoffs zur Sauerstoffwirkung der Atmosphäre auf die Pflanze, während er nach der bisherigen Vorstellung in einer chemischen Beziehung zur Kohlensäure-Aufnahme gesucht wird.

Wir wollen deshalb die Grundlagen der gegenwärtigen Assimilationslehre vom Standpunkte meiner Theorie der Chlorophyllfunktion näher beleuchten.

A. Die Funktion der Chlorophyllkörper.

Der leitende Gesichtspunkt für die richtige Auffassung der Erscheinungen, die in erster Linie bei der vegetabilischen Stoffbildung aus den Bestandteilen der Atmosphäre in Frage kommen, ergibt sich aus dem Verhalten der Chlorophyllkörper unter verschiedenen Bedingungen im intensiven Lichte. Er liegt in der Erkenntniss, dass die Chlorophyllkörper im Gaswechsel der grünen Gewebe eine doppelte Function zu erfüllen haben.

Schon nach der Erweiterung, welche unsre anatomischen Kenntnisse über den Bau und die Zusammensetzung der Chlorophyllkörper erfahren haben, lassen sich diese nicht mehr wie bisher als bloße Reduktionsapparate betrachten. Sie vermitteln vielmehr in den grünen Geweben, wie ihr Verhalten zum Sauerstoff im Lichte nachweist, die Gasaufnahme überhaupt und eignen sich nicht nur die Kohlensäure, sondern auch den Sauerstoff der Luft an. Sie sind daher nicht bloß

Kohlensäure-Zerleger in der Pflanze, sondern auch Sauerstoff-Condensatoren und dienen so gleichzeitig der Atmung und Assimilation.

B. Die Funktion des grünen Farbstoffs.

Meine Versuche im intensiven Licht haben den Nachweis geliefert, dass das Licht bei Gegenwart von Sauerstoff einen oxydirenden Einfluss auf bestimmte Bestandteile des Zelleninhalts ausübt und dass diese chemische Wirkung des Lichts nicht nur von seiner Intensität sondern auch von seiner Farbe abhängt. Wie bei anderen chemischen Lichtwirkungen auch, nimmt hierbei die Intensität der Wirkung nach dem brechbareren Ende des Spektrums zu. Die stärker brechbare Hälfte des Spektrums, welche aber bekanntlich vom Chlorophyllfarbstoff absorbirt wird, ist daher auch bei dieser Lichtwirkung auf die Pflanze wirksamer, als die schwächer brechbare.

Es hat sich ferner bei meinen Versuchen ergeben, dass grüne Gewebe und Zellen diese oxydirende Wirkung des Lichts in höherem Grade erleiden, als nicht grüne. Die Ursache dieser größeren Empfindlichkeit grüner Gewebe liegt aber nicht in ihrer Farbe, sondern in dem Vorhandensein leicht oxydirbarer Assimilationsprodukte im Inhalte der Chlorophyllkörper, deren Existenz man bisher übersehen hat; und die Zerstörungen, welche die verstärkte Sauerstoffaufnahme im intensiven Licht hervorruft, werden nicht durch die Lichtabsorptionen im Chlorophyllfarbstoff verursacht, sondern kommen durch die Absorptionen derjenigen leuchtenden Strahlen zu Stande, welche von dem sogenannten farblosen Zellinhalte, den geformten Bestandteilen des Zellinhalts und dem Protoplasma verschluckt werden. Denn die Lichtwirkungen in der grünen Zelle sind, wie es Versuche zeigen, die an solchen Stellen der Zelle ausgeführt werden, die kein Chlorophyll besitzen, vom Chlorophyllfarbstoff unabhängige Lichteffekte und der Farbstoff steigert auch dort, wo er vorhanden ist, die Wirkung nicht, sondern setzt dieselbe vielmehr herab, indem er den für die Hervorrufung der Erscheinung wirksamsten Theil des Spektrums absorbirt.

Die unmittelbar nützliche Wirkung der grünen Farbe für die Pflanze liegt daher nach meinen Versuchen darin, dass sie die Atmungsgröße im Lichte herabsetzt. Ihre eigentliche Bedeutung für die Assimilation ergibt sich dann aus folgender Betrachtung.

In den assimilirenden Geweben der Pflanze würde infolge der Beschaffenheit der Chlorophyllkörper, wie es die Versuche im intensiven Lichte zeigen, die Sauerstoffaufnahme im Tageslichte und somit die Verbrennung der kohlenstoffhaltigen Produkte der Pflanze mit steigender Helligkeit fortwährend zunehmen, während schon ältere Beobachtungen darauf hinweisen, dass die Assimilation im Lichte mit beginnender Helligkeit zwar rasch ansteigt, aber schon bei mittleren Tageshelligkeiten nahezu ihr Mazimum erreicht. Es würde daher die

Atmung im Tageslichte bei allen Helligkeiten die Assimilation übertreffen, und die Ansammlung kohlenstoffhaltiger Bestandteile im Pflanzenkörper wäre unmöglich. Durch den Farbstoff wird die Atmungsgröße verringert und unter die Assimilationsgröße herabgedrückt und hierdurch das Verhältniss der beiden in gewissem Sinne antagonistischen Funktionen der Chlorophyllkörper zu Gunsten der Kohlenstoffansammlung geändert.

C. Die Atmung der Gewebe im Licht.

Vergleichen wir nun diese Ergebnisse meiner Untersuchung mit den Resultaten der Versuche über den Gaswechsel der Pflanzen, so könnte bezüglich der Atmung zunächst schon auffallen, dass in den bisherigen analytischen Versuchen eine Steigerung derselben im Tageslichte kaum bemerkbar geworden ist, während sie doch bei meinen direkten photochemischen Versuchen sich in so entschiedener Weise durch die Zerstörungen im Zellinhalte ausspricht. Dies ist jedoch zum Teil schon aus den verschiedenen Lichtintensitäten erklärlich, die hier und dort wirksam werden, und folgt ferner aus den Nebenumständen der Versuche. Man muss hierbei grüne und nicht grüne Organe unterscheiden. Die Versuche über Atmung sind meist mit nicht grünen Organen angestellt. In diesen fehlen aber die Chlorophyllkörper, also gerade diejenigen Organe, welche den Sauerstoff im Lichte am begierigsten absorbiren, und dies ist ja, wie ich gezeigt habe, der Grund, warum grüne Gewebe im Lichte empfindlicher sind, als nicht grüne.

Man kann deshalb bei nicht grünen Organen und demzufolge auch bei phanerogamischen Schmarotzern, sofern sie keine Chlorophyllkörper besitzen, und bei Pilzen von vornherein schon eine bedeutendere Vermehrung der Kohlensäureabgabe im Lichte auch nicht erwarten. Es ist daher leicht erklärlich, dass die gefundenen Differenzen unter diesen Umständen bei nicht grünen Organen nur geringe waren. Solche sind aber schon in mehreren Fällen bei keimenden Samen und bei Schmarotzern wahrgenommen worden, und diese Fälle sind daher um so entscheidender, als sie Objecte betreffen, die für den Nachweis der Erscheinung ungünstig sind. Auch zweifle ich nicht, dass diese Beobachtungen sich jetzt mehren werden, nachdem die Thatsache selbst durch die direkten Versuche unter dem Mikroskope sicher gestellt und ihre Beziehung zu der Beschaffenheit des Inhaltes aufgeklärt ist.

Bei den Versuchen mit grünen Organen im Lichte wird wieder die Atmung durch die Wirkung des Farbstoffs abgeschwächt und durch die Assimilation verdeckt. Ihre Steigerung kann daher nicht direkt bemerkbar werden. Berücksichtigt man aber, dass die Gasabgabe grüner Gewebe im Lichte nur die Differenz zwischen Atmung und Assimilation ausdrückt, so lässt sich nicht verkennen, dass in ge-

wissen Assimilationsversuchen in direktem Sonnenlicht der vermehrte Sauerstoffbedarf schon entschieden zum Ausdruck gelangt ist, auffallender Weise aber, ohne seinem Werte nach erkannt worden zu sein.

Man hat nämlich schon mehrfach gefunden, dass die Sauerstoffabgabe grüner Gewächse im direkten Sonnenlicht im Verhältniss zu ihrer Größe im hellen diffusen Tageslicht nicht nur keine Steigerung, sondern sogar eine Verminderung erfährt. Diese Thatsache ist nach der gegenwärtigen Assimilationslehre mindestens auffällig. Sie ist ihrer Ursache nach verkannt worden, weil man die Atmung der Gewebe außer Betracht ließ. Man wollte sie erklären, indem man annahm, dass die Kohlensäure-Zersetzung schon bei der erhöhten Lichtintensität im ungeschwächten, direkten Sonnenlicht kleiner werde, als sie im hellen diffusen Tageslicht ist; allein die Erscheinung spricht, wenn man die Atmung berücksichtigt, offenbar nur für die unter diesen Umständen verringerte Differenz zwischen Assimilation und Atmung, die ebenso gut eine Folge des relativ vergrösserten Sauerstoffbedarfs, als der verringerten Kohlensäure-Zersetzung im direkten Sonnenlicht sein kann.

Die Steigerung des Sauerstoffbedarfs ist aber anderweitig erwiesen; die Verringerung der Kohlensäure-Zersetzung bei steigender Lichtintensität ist mindestens unwahrscheinlich. Die Versuche über den Gaswechsel bei der Atmung stehen daher keineswegs im Widerspruche mit meinen directen Beobachtungen der Lichtwirkung, und die Assimilationsversuche im directen Sonnenlichte können sogar schon als Bestätigungen derselben gelten.

D. Die Assimilation der grünen Gewebe.

Ich wende mich nun zu dem eigentlichen Reduktionsvorgange der Kohlensäure in der Pflanze und zu der Beziehung zwischen Farbe und Assimilation, welche man aus dem Gaswechsel grüner Gewebe erschlossen hat.

1) Ist die grüne Farbe Bedingung der Kohlensäure-Zerlegung?

Die Annahme, dass die Farbe die unerlässliche Bedingung der Kohlensäure-Zersetzung in der Pflanze ist, bildet gegenwärtig bekanntlich den Ausgangspunkt der Theorie der Assimilation. Prüfen wir sie genauer, so zeigt sich zunächst, dass die bestimmte Art und Weise in welcher der Farbstoff hier wirksam sein soll, eine noch unerledigte Frage ist.

Die nächstliegende Vorstellung, die neuerdings wieder mehr in den Vordergrund getreten ist, bildet hier die chemische Hypothese. Sie ist die einzige, welche Beachtung verdient, weil sie die einzige ist, die den Vorgang wenigstens in einer concreten, der experimentellen Lösung zugänglichen Form ausspricht. Sie geht davon aus,

dass der Chlorophyllfarbstoff mit seiner Substanz in die Zerlegung der Kohlensäure hineingezogen wird und unter Aneignung ihres Kohlenstoffs in die kohlenstoffreichen Bildungsprodukte der Pflanze übergeht.

Nach dieser Hypothese müsste demnach der Farbstoff bei der Bildung der kohlenstoffhaltigen näheren Bestandteile der Pflanze einer fortwährenden Zerstörung in den lebenden Geweben und bei gewöhnlichem Tageslichte unterliegen. Der Zerstörung müsste selbstverständlich seine Regeneration folgen oder zur Seite gehen. Man hat auch versucht, einige noch ungenügend gekannte Vorgänge beim Ergrünen der Gewächse, die aber sehr verschiedenartiger Deutung fähig sind, zu Gunsten dieser Hypothese heranzuziehen.

An sich schon ist aber die Zerstörung des Farbstoffs bei niedrigen Lichtintensitäten äußerst unwahrscheinlich. Meine direkten Versuche sie nachzuweisen haben stets negative Resultate ergeben. Ich habe Pflanzen, die gegen Licht sehr empfindlich sind, z. B. Conserven, Spirogyren, zarte Blätter von Moosen nnd Wasserphanerogamen u. s. w., auf einer flachen Scheibe in ein wenig Wasser ausgebreitet mehrere Tage lang im Hochsommer so liegen lassen, dass die einzelnen Objecte von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang 16 Stunden hindurch an wolkenfreien Tagen ohne jeden Schutz ununterbrochen von den directen Sonnenstrahlen getroffen und beschienen wurden. Sie erhielten sich nicht nur unverändert frisch und normal, sondern auch unverändert grün, sofern nur durch eine rasche und genügende Abkühlung dafür gesorgt wurde, dass die Scheibe, auf welcher die Objecte lagen, und das Wasser, welches sie umgab, sich nicht bis zu einer für die Pflanze schädlichen Temperatur erwärmen honnten. Nur wenn die Temperatur zu hoch wird, erbleichen unter diesen Umständen die Pflanzen und gehen zu Grunde.

Ich schließe hieraus, dass die höchsten Lichtintensitäten, welchen die Pflanze in unsern Breiten ausgesetzt ist, zu einer Zerstörung des Farbstoffs nicht genügen, und dass dieser daher unter den gewöhnlichen Verhältnissen einen völlig ausreichenden Schutz für die Assimilationsprodukte bildet. Es existirt in der Tat auch kein einziger vorwurfsfreier Versuch, welcher in unzweideutiger Weise die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffs in der lebenden Zelle bei niedrigen Lichtintensitäten und unter Erhaltung des Lebens der Zelle, worauf ja Alles ankommt, auch nur wahrscheinlich machen könnte. Allein auch abgesehen von dem fehlenden Nachweise, die Vorstellung, dass das Chlorophyll in der Pflanze durch die aufgenommene Kohlensäure und beim Akte ihrer Zerlegung in der Pflanze zerstört wird, konnte überhaupt nur so lange festgehalten werden, als die Bedingungen noch unbekannt waren, unter welchen derselbe in der lebenden Zelle wirklich im Lichte zerstört wird. Diese Bedingungen lassen sich aber jetzt feststellen, denn man hat es bei den Versuchen im intensiven Lichte, wie ich gezeigt habe, völlig in seiner

Hand, den Farbstoff in der Zelle und unter Erhaltung ihres Lebens nach Willkür zu zerstören oder seine Zerstörung zu verhindern, je nach den Umständen, unter denen man den Versuch anstellt.

Die experimentelle Prüfung zeigt auf diesem Wege die Unhaltbarkeit der ganzen Hypothese.

Denn die Versuche weisen nach:

1) Dass die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffs auch in der lebenden Zelle ein Oxydationsvorgang ist, der unabhängig vom Vorhandensein der Kohlensäure und von ihrer Spannung im Versuchsraume erfolgt.

2) Dass seine Zerstörung im Lichte nicht stattfindet in einem procentischen Gemenge von Kohlensäure und Wasserstoff, in welchem Assimilation und Kohlensäure-Zersetzung möglich ist.

3) Dass endlich die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffs in der lebenden Pflanzenzelle ein pathologischer Vorgang ist und dass der zerstörte Farbstoff nicht regenerirt wird.

Offenbar widerlegen diese Tatsachen die Theorien der Assimilation, die von einer Zerstörung des Farbstoffs im Reductionsvorgange ausgehen. Muss man aber die chemische Theorie der Beteiligung des Farbstoffs an der Reduktion der Kohlensäure aufgeben, so steht man in Bezug auf die bestimmte Rolle, die er bei dem Vorgange noch spielen könnte, vor einem unentwirrbaren Rätsel. Denn auch für jede andere etwa noch denkbare oder mögliche Hypothese seiner direkten Beteiligung am Assimilationsvorgange fehlt es an jeder tatsächlichen Grundlage, da alle Bemühungen den Anteil des Farbstoffs an dem Vorgange nachzuweisen oder auch nur in Zusammenhang mit irgend einer seiner Qualitäten zu setzen, bisher völlig gescheitert sind. Ich erinnere nur daran, dass die Maxima der Assimilation im Spektrum nicht zusammenfallen mit den Maximis der Absorption im Chlorophyllspektrum, dass künstliche Chlorophylllösungen keine Kohlensäure zerlegen, und dass endlich auch die grüne Farbe der funktionirenden Blätter dasselbe Chlorophyllspektrum zeigt, wie die der nicht funktionirenden.

Allerdings hat man nirgends noch Kohlensäure-Zersetzung an nicht grünen Organen wahrgenommen, allein diese Tatsache genügt an sich keineswegs, um die Abhängigkeit der Zersetzung vom Farbstoffe zu begründen. Die Ursache der Erscheinung kann ebenso gut in dem Gerüste und in den übrigen Bestandteilen der Chlorophyllkörper als in ihrer Farbe liegen. Die positiven Nachweise für die Wirkung der Farbe sind, wie ich eben mitgeteilt habe, sämmtlich misslungen. Vor einer strengen Prüfung bestehen aber auch die Gründe nicht, die man für dieselbe indirekter Weise aus den Erfahrungen über den Gaswechsel grüner Organe im Lichte hergenommen hat.

Die Tatsachen, auf die man sich hier berief, sind folgende:

Man hat allgemein und ohne Ausnahme gefunden, dass nur grüne

Organe im hellen Tageslichte Sauerstoff entwickeln, nicht grüne aber nicht. Hieraus schließt man, dass es der Farbstoff ist, der die Kohlensäure zersetzt und dass das im Farbstoff vorhandene Licht die Kraftquelle für die Zersetzung der Kohlensäure liefert.

Ferner hat man gefunden, dass assimilationsfähige aber noch farblose oder etiolirte Organe, wenn sie ans Licht gebracht werden, erst ergrünen und dann Sauerstoff entwickeln, d. h. dass sie erst Sauerstoff entwickeln, nachdem sie grün geworden sind. Hierin sah man eine weitere Bestätigung der Ansicht, dass der Farbstoff zur Zersetzung der Kohlensäure nöthig sei.

Endlich hat man noch gefunden: Wenn grüne Theile bei allmählich wachsender Helligkeit ans Licht gebracht oder verschiedenen Graden der Helligkeit ausgesetzt werden, so findet die Sauerstoffabgabe der Organe erst bei höheren Lichtintensitäten statt. Hieraus schloss man, dass selbst die grünen Organe erst bei höheren Lichtintensitäten die Kohlensäure zu zersetzen vermögen, bei niedrigeren noch nicht.

Allein diese Schlüsse, die bisher unangefochten als richtig galten, wären doch nur zulässig, wenn die Gewebe ohne zu atmen assimiliren würden. Giebt man aber, wie es meine directen Versuche verlangen, zu, dass die Atmung der grünen Gewebe im Lichte sogar eine Steigerung erfährt, und dass, wie bereits hervorgehoben, die Gasabgabe derselben nur die Differenz zwischen Atmung und Assimilation ausdrückt, so kann man keineswegs, wie dies bei allen diesen Folgerungen ohne Weiteres geschehen ist, Sauerstoffabgabe und Kohlensäurezersetzung als gleichbedeutend betrachten. Kohlensäurezersetzung kann auch ohne Sauerstoffabgabe geschehen, denn die letztere wird erst bemerkbar, wenn die Assimilation größer wird, als die Atmung.

Die Tatsache, dass nur grüne Teile im Lichte Sauerstoff abgeben, verlangt daher, wenn man die Atmungsgröße der grünen Gewebe und ihre Aenderung im Lichte berücksichtigt, durchaus nicht den Schluss, dass die grüne Farbe der Träger der Assimilation ist, sondern nur den, dass in den grünen Teilen, wie es meiner Theorie der Chlorophyllfunktion entspricht, die Atmung kleiner ist, als die Assimilation. Ebenso können, wie man schließen darf, etiolirte Organe erst Sauerstoff abgeben, nachdem sie grün geworden sind, weil erst dann die Assimilation die Atmung überwiegt. Und wenn grüne Gewebe bei niederen Lichtintensitäten nicht Sauerstoff abgeben, so geschieht dies unbedingt nicht deshalb, weil sie, wie man behauptet, bei niederen Lichtintensitäten keine Kohlensäure zerlegen, sondern weil erst bei höheren Lichtintensitäten die Entbindung von Sauerstoff in ihnen grösser wird, als ihr Sauerstoffbedarf.

Die Folgerungen aus dem Gaswechsel, die, soweit sie die Wirkung der Farbe betreffen, schon als gesicherte Lehrsätze der vege-

tabilischen Stoffbildungslehre galten, bedürfen daher augenscheinlich einer wesentlichen Korrektur.

Frägt man weiter nach der Kraftquelle für die Assimilation, so lehren wieder meine directen Beobachtungen im intensiven Licht, dass die Lichtwirkungen in der Pflanze ausserhalb des Farbstoffs zu suchen sind und durch die unzweifelhaften Absorptionen verursacht werden, die im Zellinhalte, in dem Gerüste der Chlorophyllkörper und im Protoplasma erfolgen. Denn auch in den sogenannten farblosen Bestandtheilen des Zellinhalts findet eine beträchtliche — und wie es scheint, mit alleiniger Ausnahme des äussersten Roth, ziemlich gleichmässige — Absorption der leuchtenden Strahlen im Spektrum statt.

Von welcher Seite man daher auch die Frage betrachten will, sofern man nur die Steigerung der Atmung im Lichte zugiebt, dann erscheint die Hypothese einer Beteiligung des Farbstoffs an der Kohlensäurezersetzung nicht mehr geboten. Die Tatsachen aber, welche sie zu fordern schienen, finden durch die Theorie der Chlorophyllfunction, die ich vertrete, eine ausreichende und befriedigende Erklärung, während bei ihrer bisherigen Beurteilung offenbar Momente übersehen wurden, welche doch für ihr Zustandekommen unentbehrlich sind und das Resultat wesentlich beeinflussen.

2) Existirt ein Optimum der Lichtintensität für Kohlensäurezersetzung?

Derselbe Fehler macht sich ferner auch noch bei einigen anderen Fragen im Gebiete der Assimilationslehre geltend.

So hat man in neuerer Zeit die Frage aufgeworfen, ob es ein Optimum der Lichtintensität für die Kohlensäure-Zersetzung giebt, und man hat geglaubt, diese Frage durch die bloße Bestimmung der Sauerstoffabgabe bei verschiedenen Helligkeitsgraden entscheiden zu können. Allein so lange Atmung und Assimilation im Versuche nicht getrennt werden, kann eben die Grösse der Sauerstoffabgabe allein nichts Sicheres über das Anwachsen oder Sinken der Assimilation bei veränderlicher Lichtintensität aussagen. Die Größe der Sauerstoffabgabe kann auch in diesem Falle höchstens als das approximative Mass des Verhältnisses beider Funktionen in den verschiedenen Helligkeiten gelten, da beide in verschiedener Weise von der Intensität des Lichts beeinflusst werden.

Die beobachtete Verringerung der Sauerstoffabgabe im direkten Sonnenlicht lässt sich, wie bereits oben angeführt, auf vermehrte Sauerstoffaufnahme zurückführen. Es erscheint daher äußerst zweifelhaft, ob es schon innerhalb der Intensitäten des Tageslichts ein Optimum für Kohlensäure-Zersetzung giebt. Jedenfalls ist es an sich einleuchtend, dass es schon wegen des verschiedenen Gehalts der Pflanzen an Chlorophyll überhaupt gar kein bestimmtes, für alle

Pflanzen gleich und allgemein gültiges Lichtoptimum der Assimilation geben kann.

3) Ueber die relative Energie der Farben im Reduktionsprocesse.

Eine zweite Frage im Gebiete der Assimilationslehre, die eine besonders sorgsame Behandlung erfahren und ein vorwiegendes Interesse erregt hat, die Frage nach der relativen Energie der Farben im Reduktionsprocesse, kann gleichfalls nicht, wie bisher ausschließlich geschah, durch die bloße Bestimmung der Größe der Gasabgabe in verschiedenen Farben erledigt werden.

Zu den störenden Complicationen, welche die gleichzeitige Atmung verursacht, tritt hier im Versuche noch die übersehene Wirkung des Farbstoffs im Sinne meiner Schirmtheorie des Chlorophylls hinzu.

Aeltere und neuere Experimentatoren haben mit verschiedenen Methoden, die allerdings nicht völlig vorwurfsfrei sind, sowol im objektiven Spektrum als hinter farbigen Schirmen wiederholt und im Ganzen übereinstimmend gefunden, dass die größte Energie in der Sauerstoffexhalation der grünen Gewebe den Strahlen mittlerer Brechung im Spektrum zukommt. Nur über die Stelle, wo das Maximum liegt, ob etwas weiter nach Rot, ob etwas weiter im Gelb, gingen die Angaben auseinander. Ganz allgemein aber und in voller Uebereinstimmung fand man bei allen Versuchen, dass die Sauerstoffexhalation im blauen Lichte nur gering sei, dass sie hier verhältnissmäßig am kleinsten werde oder ganz aufhöre. Jedenfalls kann darüber kein Zweifel sein, dass die Maximalwirkung im Spektrum nicht mit den Absorptionsbändern des Chlorophyllfarbstoffs zusammenfällt, sondern in den Regionen liegt, welche den Stellen zwischen den Absorptionsbändern im Chlorophyllspektrum entsprechen.

Diese Tatsachen haben zu vielfachen Controversen geführt, von denen ich hier nur einige berühren will.

Die Angaben stießen zunächst auf theoretisch-physikalischen Widerspruch. Man meinte, die Hauptwirkung müsse in den Absorptionsstreifen des Farbstoffs liegen, und zwar im Streifen im Rot, weil die blauen Absorptionen wegen ihrer geringen mechanischen Intensität nicht wirken könnten. Man suchte deshalb die Tatsachen zu corrigiren, allein da diese sich nicht fügen wollten und die theoretischen Voraussetzungen mit den Erfahrungen in einem unvereinbaren Widerspruche blieben, so lag es doch eigentlich näher zu untersuchen, ob denn, wovon man freilich ganz allgemein ausging, der Farbstoff der Sitz der Wirkung sei. Die Physiologen, welche sich dagegen streng an die Erfahrung hielten und gleichwohl die Absorptionen im Farbstoff für die Ursache der Zersetzung ansahen, schlossen wieder aus diesen Versuchen, dass gelbe und grüne Strahlen die Kohlensäure-Zersetzung kräftiger anregen, als blaue und rote.

Dies schien allerdings der unmittelbare Ausdruck der Erscheinung. Allein dann blieb die Aufgabe bestehen, die physiologische Funktion der so auffallenden Absorptionsstreifen des Farbstoffs für die Pflanze zu erklären. Was konnte es in der That für einen Sinn haben, die Lichtwirkung in den Farbstoff zu verlegen, wenn dessen Lichtabsorptionen nicht nachweisbar wirksam sind und derselbe chemisch beim Akte der Kohlensäure-Zersetzung nicht beteiligt ist?

Anderseits aber ließ sich doch unmöglich verkennen, dass die grüne Farbe der Gewächse eine allgemeine und eminente nützliche Bedeutung für die Vegetation haben müsse.

Alle diese Schwierigkeiten heben sich, und die Tatsachen werden in der einfachsten Weise verständlich, wenn man die Wirkung des Farbstoffs in meinem Sinne in Rechnung zieht. Denn unter diesem Gesichtspunkte gestatten dann die Versuche in der Weise, wie sie bisher ausgeführt wurden, überhaupt noch keinen unmittelbaren Schluss auf die relative Wirksamkeit der Farben im Reduktionsprocesse. Man musste in den Versuchen mit grünen Geweben grüne und gelbe Strahlen natürlich wirksamer finden, als blaue, weil die letzteren vom Chlorophyllfarbstoff fast vollständig verschluckt, nicht zur vollen Wirksamkeit gelangten. Es ist gerade so, als ob ein Photograph die Wirkung verschiedenfarbigen Lichts auf seine empfindliche Platte in einem Apparate prüfen wollte, in welchem hinter der Linse sich ein grüner Glasschirm befände. Er würde gleichfalls finden, dass Silbersalze gegen blaues Licht weniger empfindlich sind, als gegen gemischtes grünes und gelbes.

Trotz der Richtigkeit der analytischen Resultate in den Versuchen mit farbigem Licht von Daubeny und Draper an bis auf Sachs und Pfeffer halte ich daher die Abhängigkeit der Kohlensäure-Zersetzung der Pflanze von der Wellenlänge des Lichts noch für unbekannt. Die Frage kann kaum anders entschieden werden, als in der Weise, wie in meinen direkten Versuchen bei Anwendung von sehr intensivem Licht und unter Berücksichtigung der Wirkung der Farbe auf die Atmung. Dann aber darf man wiederum auch hier nicht vergessen, dass das Maximum der Wirkung im Spektrum auch für die Assimilation für verschiedene Pflanzen und Helligkeiten nicht an derselben Stelle liegen kann. Es muss abhängig sein von der Tiefe der Farbe der Pflanze und von der Gesammtintensität der Bestrahlung im Versuche, und hieraus erklären sich in ausreichender Weise die abweichenden Resultate, welche verschiedene Experimentatoren über die Lage des Maximums und den speciellen Verlauf der Assimilationscurve erhalten haben.

4) Die Constanz des Gasvolumens bei Assimilationsversuchen und das primäre Reduktionsprodukt.

An diese Betrachtungen schließe ich endlich noch einige Be-

merkungen an über das Grössenverhältniss zwischen der von grünen Geweben im Tageslicht aufgenommenen Kohlensäure und dem von ihnen ausgeatmeten Sauerstoff.

Es ist bekannt, dass man aus der nahen Uebereinstimmung der Volumina dieser beiden Gasarten den Schluss gezogen hat, dass das primäre kohlenstoffhaltige Assimilationsprodukt, welches von den Pflanzen im Lichte und bei der Zersetzung der Kohlensäure gebildet wird, ein Kohlenhydrat sein müsse. Wenn in der Tat, worauf alle Erfahrungen hinweisen, die stickstoffhaltigen Bestandteile der Zelle beim Assimilationsvorgange des Kohlenstoffs unbeteiligt sind, so lässt das gasometrische Endresultat der Assimilationsversuche allerdings einen Rückschluss auf das entstandene Produkt zu. Da nun so viel Sauerstoff frei wird, als in der aufgenommenen Kohlensäure enthalten war, so schloss man bekanntlich, dass der zurückgehaltene Kohlenstoff mit dem aufgenommenen Wasser zusammentritt und die Bildung von Kohlenhydraten in der Pflanze unter der Wirkung des Lichts erschien als das notwendige Postulat der Vorgänge im Gaswechsel.

Eine willkommene Bestätigung dieser Auffassung, ja noch mehr einen Beweis für die Richtigkeit derselben, sah man in den anatomischen Entdeckungen über die Verbreitung von Kohlenhydraten in den Chlorophyllkörpern und namentlich in dem gelungenen Nachweise, dass in ihnen Stärke unter dem Einflusse des Lichts gebildet wird. Allein auch hier erscheinen die gasanalytischen und die histologischen Tatsachen, auf die man sich stützt, in einem veränderten Lichte, wenn man den complicirten physiologischen Akt, der sich in den grünen Geweben im Tageslichte abspielt, in seine beiden Componenten, in Atmung und Assimilation, zerlegt.

Die Atmung der grünen Gewebe und der Sauerstoffbedarf der Chlorophyllkörper während der Assimilation darf auch bei der Deutung der Produkte in den Chlorophyllkörpern und bei der relativen Zusammensetzung der ausgeschiedenen Gasvolumina nicht außer Betracht bleiben. Man könnte hier einwenden wollen — und dies ist in der Tat geschehen —, dass für das Endresultat des Gaswechsels die Atmung ohne Belang sei, da es sich hierbei ja nur um das Verhältniss zwischen verschwundener Kohlensäure und frei gewordenem Sauerstoff handelt, für den in der Atmung aufgenommenen Sauerstoff aber wieder Kohlensäure gebildet und dadurch das Verhältniss nicht weiter alterirt wird. Allein dieser Einwand ist unrichtig, weil die beiden Volumina der Gasarten, auf die es bei der Atmung ankommt, sich nicht decken.

Die Keimung stärkehaltiger Samen, an die man hierbei denken könnte, und bei welcher für den aufgenommenen Sauerstoff gleiche Volumina Kohlensäure abgegeben werden, ist für die Atmung grüner Organe nicht maßgebend, weil in diesen die Stärke und ihre Um-

wandlungsprodukte nicht das Material der Atmung bilden. Bei der Keimung ölhaltiger Samen tritt schon der Fall ein, dass mehr Sauerstoff aufgenommen, als Kohlensäure abgegeben wird, und dies Verhältniss steigert sich augenscheinlich in den grünen Organen im Lichte, wenn man die Beschaffenheit der Körper in's Auge fasst, die nach meinen Versuchen hier zur Verbrennung gelangen. Es darf daher nicht übersehen werden, dass die Atmung der grünen Organe im Lichte für sich allein betrachtet immer eine Verringerung des Gasvolumens im Versuchsraume durch Bindung von Sauerstoff in der Pflanze zur Folge haben muss. Wenn daher, wie es bei gleichzeitig assimilirenden und atmenden Organen häufig der Fall ist, das Gasvolumen des umgebenden Raumes gleich bleibt, so folgt daraus, dass in dem eigentlichen Reduktionsakte der Pflanze kein Kohlenhydrat, sondern eine Substanz gebildet wird, die ärmer an Sauerstoff ist, als die Kohlenhydrate, und zwar um so viel ärmer, als der in der gleichzeitigen Atmung gebundene Sauerstoff beträgt. Dieser Schluss ist geradezu unvermeidlich, wenn man die kohlenstoffhaltige organische Substanz unmittelbar aus Kohlensäure und Wasser entstanden denkt und die Atmung grüner Organe während der Assimilation nicht läugnen will.

Für die Deutung der anatomischen Befunde in den Chlorophyllkörpern wird hierdurch aber gleichfalls ein veränderter Standpunkt gewonnen, und es entsteht die Aufgabe, unter diesen die Substanz nachzuweisen, welche den obigen Anforderungen an das primäre Reduktionsprodukt Genüge leistet.

5) Der Wert der Einschlüsse in den Chlorophyllkörpern.

Ueberträgt man nun die Resultate des Gaswechsels der grünen Gewebe, wie sie aus obiger Darstellung folgen, auf die Produkte der physiologischen Thätigkeit der Chlorophyllkörper, so können die in ihnen abgelagerten Kohlenhydrate, wie z. B. die Stärkeeinschlüsse nicht mehr als die Reduktionsprodukte der Kohlensäure gelten. Sie erscheinen bereits als weitere Umwandlungsprodukte, welche erst secundär aus der primären Substanz, die in der Assimilation gebildet wird, durch die Atmung der Chlorophyllkörper entstehen. Als jenes ursprüngliche Assimilationsprodukt lässt sich dagegen schon jetzt mit großer Wahrscheinlichkeit das Hypochlorin bezeichnen, jener Körper, dessen allgemein verbreitete Existenz in den assimilirenden Chlorophyllkörpern ich nachgewiesen habe und dessen Bildung in ihnen unverkennbar unter dem Einflusse Lichtes steht.

Ausser Hypochlorin und Stärke finden sich aber in den Chlorophyllkörpern noch andere Substanzen abgelagert, und diese sind augenscheinlich gleichfalls Erzeugnisse ihrer physiologischen Funktion. Man kennt als solche jetzt schon mehr oder weniger sicher Oele, Fette, Zucker, Gerbsäure.

Die gegenwärtige Vorstellung von der Bildung der Kohlenhydrate bei der Reduktion der Kohlensäure giebt nun über die Entstehung so verschiedenartiger Produkte in den Chlorophyllkörpern unter dem Einflusse des Lichts gar keinen Aufschluss. Sie hatte immer nur Stärke oder Zucker im Auge, und doch muss auch die Bildung der andern Produkte auf die Funktion der Chlorophyllkörper zurückgeführt werden.

Die Einführung der Atmung der Chlorophyllkörper in die Betrachtung ihrer Produkte füllt auch diese Lücke aus. Die doppelte Funktion der Chlorophyllkörper, als assimilirende und atmende Organe, vermag wenigstens in entsprechender und naheliegender Weise die chemische Verschiedenheit der in ihnen entstehenden Bildungsprodukte zu erklären, da diese ja vom physiologischen Gesichtspunkte sich wesentlich nur durch ihren Sauerstoffgehalt, d. h. durch ihre Beziehung zur Atmung, von einander unterscheiden.

Man darf annehmen, dass je nach der wechselnden Atmungsgrösse der Gewebe, die wieder von der Tiefe ihrer Farbe und von der Intensität der Beleuchtung abhängt, die letzten Ablagerungsprodukte der Chlorophyllkörper notwendig bald reicher bald ärmer an Sauerstoff werden, und so scheint die Tiefe der Farbe zugleich, indem sie die Grösse der Atmung regelt, auch die Natur der Einschlüsse in den Chlorophyllkörpern zu bestimmen.

A. Gruber, Der Teilungsvorgang bei Euglypha alveolata.

Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 35, S. 431.

Gruber hat einen in mehr als einer Hinsicht interessanten Teilungsvorgang bei einer Thalamophore des süßen Wassers, Euglypha alveolata, beobachtet. Die Schale dieses zierlichen Tierchens ist aus kreisrunden concav-convexen Scheibchen zusammengesetzt, welche die oberflächliche Schicht des Weichkörpers bedecken. Aehnliche Scheibchen liegen auch im Innern des Körpers, in der Umgebung des Kerns. Wenn nun der Weichkörper über das Maß der Schale hinauszuwachsen beginnt, so drängt sich ein Teil seines Inhalts aus der Oeffnung hervor und in diesen allmählich größer und größer werdenden Teil rücken die im Innern gelegenen Scheibchen nach und nach sämmtlich hinauf und gruppiren sich zu einem tannenzapfenähnlichen Gebilde, das die Oberfläche des Protoplasmafortsatzes bekleidet. Durch fortgesetztes Wachstum des Letzteren werden dann die Scheibchen noch weiter auseinander geschoben, bis dieser Teil genau die Gestalt des ursprünglichen Tieres erhält, deren jetzt also zwei, mit ihren Schalenöffnungen einander zugekehrt, zusammenhängen. Erst

jetzt beginnen Veränderungen im Kern, der noch seine ursprüngliche Lage beibehalten hat. Es treten zunächst feine Körnchen und gewundene Linien in ihm auf; dann streckt er sich in der Richtung der Längsachse des Tieres, während zugleich eine deutliche Längsstreifung zum Vorschein kommt, in deren Gefolge der Kern sich in zwei etwa gleiche Hälften teilt. Von diesen wandert die eine in den Fortsatz hinüber und nimmt in diesem wie die zurückbleibende zweite Hälfte bald ein blasses, schliesslich bläschenförmiges Aussehen wieder an. Jetzt erfolgt durch eine rasche circuläre Strömung in der Sarcode eine vollständige Mischung derselben, der Körper zieht sich stellenweise etwas von der Schale zurück und endlich trennen sich die beiden Hälften als zwei vollständige Euglyphen. Gruber legt großes Gewicht darauf, dass das Teilstück zu einem neuen vollkommnen Tiere heranwachse, ehe der Mutterkern sich zu teilen beginne, und erblickt darin einen neuen Beweis für die Richtigkeit von Strasburger's Ansicht, dass „das eigentlich Aktive bei den Zellbildungsvorgängen" nicht im Kerne, sondern im Protoplasma zu suchen sei. An sich scheint indess aus Gruber's Beobachtungen doch nur hervorzugehen, dass das Wachstum der Euglypha unabhängig von Veränderungen des Kerns ist, während die Teilung des Körpers in zwei Individuen sicher erst der Teilung des Kerns folgt, also recht wol eine Folge derselben sein kann. Die Beobachtungen Gruber's scheinen dem Ref. einen sehr hübschen Beleg für den ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Wachstum über die Grenzen des Individuums hinaus und der Ver mehrung zu liefern. Die geschilderten Veränderungen im Nucleus sind, wie Verf. mit Recht hervorhebt, ein neuer Beweis, dass „wir im Nucleus der Rhizopoden einen typischen Zellkern zu erblicken haben." Einen ähnlichen Teilungsprocess hat Gruber, wie er in einem nachträglichen Zusatze mitteilt, seither bei der nahe verwandten Cyphoderia verfolgt.

J. W. Spengel (Bremen).

O. Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen.

Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. 35, Heft 3, S. 384.

Die Bearbeitung der Protozoen für Bronn's „Klassen und Ordnungen des Tierreichs" hat Bütschli Veranlassung gegeben, Studien über die Fortpflanzung der Gregarinen zu machen, die zu einer Reihe wichtiger neuer Beobachtungen geführt haben. Als ein sehr geeignetes Object erwies sich die im Darme von Blatta häufig in bedeutenden Mengen vorkommende Gregarina (Clepsidrina) Blattarum v. Sieb., indem die begonnene Encystirung derselben in Eiweißlösung

auf dem Objectträger sich leicht fortsetzt. Zwei mit den ungleichnamigen Körperenden an einander hängende Gregarinen legen sich nach und nach mit ihren Längsseiten zusammen, so dass die sog. Kopfsegmente oder Protomerite die entgegengesetzten Enden des conjugirten Körpers einnehmen. Hierauf erfolgt die Abscheidung einer zarten gallertigen Hülle, und unter dieser tritt als Anlage der eigentlichen Cystenhülle eine sehr zart geschichtete innere Membran um die Peripherie der conjugirten Tiere auf, welche sich unter beständiger Rotation zu einer Kugel abrunden. Während die Protomerite mit den Deutomeriten verschmelzen, bleibt die Trennungslinie zwischen den beiden Individuen deutlich erkennbar. Nachträglich nimmt der Körper eine eiförmige Gestalt an.

Kurze Zeit nach der Ausbildung der Cyste beginnt die Entwicklung der Sporen, die in den jüngsten von Bütschli beobachteten Stadien eine die Oberfläche des Cysteninhalts überziehende, an ein Cylinderepithel erinnernde Lage prismatischer Körperchen bilden. Ein jedes derselben besitzt einen kugligen, mit dunkler Hülle versehenen Kern. Da das Verhalten des Kerns bei der Vermehrung der Protozoen durch die neueren Untersuchungen ein hervorragendes Interesse gewonnen hat, so hat natürlich der Verf. auch sein Augenmerk auf die Veränderungen derselben bei den Gregarinen gerichtet, und wenn seine Untersuchungen auch nicht zu einem abschließenden Resultate geführt haben, so ergeben sich doch aus denselben Tatsachen, welche auf eine Uebereinstimmung mit den bei anderen Protozoen beobachteten Erscheinungen hindeuten. Zunächst ist die bisher angenommene Ansicht, dass die Kerne der sich encystirenden und copulirenden Gregarinen nach einiger Zeit durch Auflösung zu Grunde gehen, als irrig erwiesen, da bei einer sehr jugendlichen Cyste die Kerne noch vorhanden waren, aber sich von denen der freien Gregarinen durch geringere Größe, den Besitz einer sehr zarten Hülle, einen fein granulirten Inhalt und den vollständigen Mangel eines Nucleolus unterschieden. Bei einer etwas ältern Cyste aber, in der jedoch die Pseudonavicellenbildung noch nicht begonnen hatte, enthielt das peripherische Protoplasma eine sehr große Anzahl kleiner Kerne, die in ihrer Erscheinung sich denen der jungen Pseudonavicellen anschlossen. In der Tat ist es kaum zu bezweifeln, dass die Kerne der letzteren von diesen peripherischen Kernen herstammen, — die ihrerseits durch wiederholte Teilung aus den ersten zwei Kernen hervorgehen dürften —, indem die Pseudonavicellen selbst als peripherische Knospen entstehen, deren jede einen Kern aufnimmt. Die Einzelheiten dieser Vorgänge, die in mancher Hinsicht noch complicirter sein mögen, bleiben natürlich noch zu verfolgen.

Zur Zeit des Auftretens dieser peripherischen Pseudonavicellenschicht sind die beiden Individuen des Cysteninhalts noch deutlich getrennt. Erst etwa 48 Stunden nach dem Beginne der Encystirung

erfolgt die Verschmelzung, und ungefähr um diese Zeit verschwinden auch sämmtliche Pseudonavicellen von der Oberfläche, indem sie in den Cysteninhalt einwandern und sich um das Centrum ansammeln; die dadurch hervorgebrachte durchsichtige Masse ist etwa 12—16 Stunden nach der völligen Verschmelzung der beiden Individuen deutlich erkennbar.

Nunmehr beginnt die Bildung einer zuerst von Stein, später genauer von Aimé Schneider beobachteten höchst merkwürdigen Einrichtung zur Ausstreuung der Pseudonavicellen, der von Schneider sogenannten „Sporoducte". Es sind dies eine Anzahl (3—12) äusserst zartwandiger Schläuche, die von der Oberfläche des Cysteninhaltes bis etwa an die des Pseudonavicellenhaufens reichen. Jeder Schlauch ist von feinkörnigem Protoplasma umgeben, das mit einem die ganze grobkörnige Masse durchziehenden Netzwerke zusammenhängt. Diese Gebilde entstehen nach Bütschli's Beobachtungen so, dass sich zunächst durch „Auseinanderweichen der Körner in der Aussenregion des Cysteninhalts an gewissen Stellen helle körnerfreie Stränge bilden. In der Achse eines solchen Stranges wird sich nun das feinkörnige, ihn durchsetzende Plasmawerk schlauchförmig anordnen, und im Innern dieses Schlauches wird der eigentliche Sporoduct durch Abscheidung oder plasmatische Umbildung erzeugt werden und zwar von Anfang an in directem Zusammenhang mit der sogenannten „Sporoductenmembran", der innersten Umhüllung des Cysteninhalts.

Die Eröffnung der Cysten vollzieht sich in der Art, dass wahrscheinlich durch den Druck der Cystenhülle, die Sporoducte nach aussen umgestülpt werden und dabei in einer noch nicht aufgeklärten Weise die Cystenhülle und die Gallertschicht durchbrechen.

Um das Schicksal der entleerten Pseudonavicellen festzustellen, hat Bütschli zum ersten Male mit Erfolg den Versuch gemacht, solche an Insekten zu verfüttern. Die Pseudonavicellen zahlreicher Cysten wurden mit Wasser und Mehl zu einem Brei angerührt und dieser isolirten Schaben zu fressen gegeben. Am dritten Tage wurde ein Tier untersucht, das sich als fast völlig frei von Gregarinen erwies, nur einzelne Individuen enthielt, die ihrer Größe nach nicht von der künstlichen Infection herrühren konnten. Als der Verf. dann aber zur Untersuchung des Darmepithels überging, fand er dasselbe mit einer ganz ungeheuren Menge jugendlichster Gregarinen besetzt, von denen die kleinsten die Größe einer Pseudonavicelle kaum übertrafen. Es waren etwa birnförmige Körperchen, die mit ihrem breiteren Ende in eine Darmepithelzelle eingesenkt waren, während das schmächtigere, das den Kern mit einem ansehnlichen Nucleolus enthielt, frei ins Darmlumen hineinragte. Während des fortgesetzten Wachstums aber kehrt sich das Größenverhältniss um; der kernhaltige Abschnitt übertrifft bald den in der Zelle steckenden kernlosen um ein Erhebliches und grenzt sich schließlich von diesem durch eine Scheidewand ab,

indem er zum Deutomerit der Gregarine wird. Ob aber der kernlose Abschnitt zum Protomerit wird, ist nach den Beobachtungen nicht zu entscheiden: denn es sind, wie bei verwandten Formen nach Schneider's Beobachtungen, auf einem mittleren Stadium auch bei Gregarina Blattarum drei Körperabschnitte vorhanden, nämlich ausser dem Protomerit und dem Deutomerit ein ganz in die Epithelzelle eingesenkter Kopfzapfen (Epimerit), der später abgeworfen wird. Es ist daher denkbar, dass der im Epithel steckende Abschnitt der jungen Gregarine nur das Epimerit lieferte, während sich der kernhaltige in Proto- und Deutomerit schiede.

An diese Beobachtungen schließen sich einige weniger vollständige über Gregarina polymorpha aus dem Darme der Mehlkäferlarve an, aus denen hervorgeht, dass auch hier zwei mit den ungleichnamigen Körperenden zusammengeheftete Gregarinen von einer Cyste umschlossen werden.

Die Anheftung an Epithelzellen wurde ferner für die bekannte riesige Gregarine aus dem Hoden des Regenwurmes, Monocystis magna A. Schmidt, nachgewiesen. Diese stecken mit den Kopfenden in großen pokalförmigen Zellen des Trichterendes des Hodens. Junge Pseudonavicellen ließen deutlich einen hellen, wenig granulirten Kern erkennen; später wird derselbe größer, ganz blass und homogen; ein Stadium mit einer Anzahl kleiner Kerne konnte nicht sicher beobachtet werden, doch glaubt Verf. „Anhaltspunkte für das Vorkommen eines solchen beobachtet zu haben." Mit vollkommner Sicherheit dagegen war je ein Kern in den 4—8 „sichelförmigen Körpern" wahrzunehmen, welche aus je einer Pseudonavicelle hervorgehen.

Der letzte Abschnitt enthält die Schilderung eiförmiger Psorospermien oder Coccidien aus dem Darmepithel von Lithobius forficatus, welche viel Aehnlichkeit mit den durch Eimer bekannt gewordenen Psorospermien der Maus zeigen. Es ist damit zum ersten Male der Nachweis des Vorkommens von Psorospermien bei Arthropoden geliefert.

J. W. Spengel (Bremen).

Paul Flechsig, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Leitungsbahnen im Grosshirn des Menschen.

Arch. f. Anat. u. Physiol., Anatom. Abt. 1881. Seite 12—75.

Die Erfahrung, dass die Umwandlung der ursprünglich marklos angelegten Nervenfasern des Centralnervensystems in markhaltige nicht an allen Fasersystemen gleichzeitig vor sich geht, hat Flechsig in einer Reihe früherer Arbeiten erfolgreich benützt, um eine neue Me-

thode zur Aufhellung des complicirten Faserlaufs in gedachtem Organe einzuführen. — Die vorliegende Abhandlung soll die an anderen Orten gemachten Angaben des Verf. vervollständigen (besonders bezüglich des Großhirns), wodurch das Material zu weitergehenden physiologischen Schlüssen geboten wird.

Bei der Unmöglichkeit hier in die Einzelheiten der anatomischen Darstellung kurz einzugehen, muss es genügen auf die physiologisch wichtigen Tatsachen hinzuweisen.

Da eine Verbindung des Nucleus caudatus mit der Hirnrinde durch Stabkranzfasern absolut nicht nachzuweisen ist, da ferner der Nucleus caudatus die aus ihm entspringenden Faserbündel in die vordere Brückenabteilung entsendet, welcher sonst, (abgesehen von den zweifelhaften Linsenkernfasern), nur Fasern aus der Großhirnrinde zufließen, erscheint es ganz gerechtfertigt Schwanzkern und Großhirnrinde als analoge Gebilde aufzufassen. — Für den Linsenkern lässt sich eine Verbindung mit der Hirnschenkelhaube ganz unzweifelhaft nachweisen, während uns fraglich erscheint, ob aus diesem Ganglion auch in den Hirnschenkelfuß Fasern gelangen.

In der inneren Kapsel behalten die einzelnen Fasern in den verschiedenen Höhen nicht ihre relative Lage bei; durch diese successive Verschiebung erklären sich auch die abweichenden Angaben, welche verschiedene Autoren in dieser Beziehug machen, und es erscheint ferner notwendig in pathologischen Fällen bei der Beschreibung des Sitzes einer Laesion auch das erkrankte Niveau genau zu berücksichtigen.— Vielleicht die wichtigste Consequenz, welche Flechsig aus seinen Untersuchungen zieht, betrifft die Anschauung über den functionellen Unterschied von Hirnschenkelfuß und Haube. Er sagt: „Die Haube ist die Bahn der sensorischen, der Fuß der motorischen Leitungen.“

Die Scheitellappen des Großhirns stehen offenbar in einer ganz besonders nahen Beziehung zum Rückenmark, nicht nur durch die Pyramidenbahnen, sondern auch durch die Haubenstrahlungen, so dass sie geradezu als „Spinalteil der Großhirnlappen“ bezeichnet werden können.

Unter der Voraussetzung, dass die mit completen Markscheiden ausgerüsteten Fasersysteme früher in Funktion treten und funktionsfähiger sind als andere marklose, wird aus den Befunden Flechsig's ferner hervorgehen, dass im Markkern des Großhirns besonders frühzeitig die Bahnen der Haut- (und Muskel-) Sensibilität, also Haubenstrahlung, nicht nur entstehen und sich entwickeln, sondern auch in Funktion treten, und dass durch sensible Haut- (und Muskel ?) Nerven ausgelöste Empfindungen den am frühesten (1—2 Monate vor der Geburt?) erworbenen Inhalt des Bewusstseins bilden.—

Obersteiner (Wien).

J. Dansky und J. Kostenitsch, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Keimblätter und des Wolff'schen Ganges im Hühnerei.

Mémoires de l'Acad. impér. des Sc. de St. Pétersbourg. VII. Serie T. XXVII Nr. 13.

Die Methode, deren die Verff. bei ihren Untersuchungen sich bedienten, war folgende. Zunächst wurde der Dotter $^1/_4$—1 Stunde lang in schwache Lösungen von doppelchromsaurem Kali oder in Müller'sche Flüssigkeit eingelegt; die auf diese Weise leicht isolirbare Keimscheibe wurde danach in Chromsäurelösung von 1—2% erhärtet, gefärbt (mit Eosin, Karmin, Hämatoxylin), entwässert, in ein Gemenge von Wachs und Olivenöl eingebettet und aus freier Hand in Schnitte zerlegt.

Die Keimscheibe bestand bei einem, dem Eileiter der Turteltaube entnommenen Ei, aus dicht aneinander gelagerten zelligen Elementen von grobkörniger Beschaffenheit; die im Centrum und an der Oberfläche befindlichen sind kleiner als die peripher und tiefer gelegenen Zellen. Erstere besitzen meist schon einen deutlichen Zellkern. Vom Dotter sind die Zellen der Keimscheibe durch einen dünnen Streif geschieden; von einer Furchungshöhle ist noch nichts zu sehen. Im Gegensatz hiezu ist bei einem gelegten aber unbebrüteten Hühnerei, dessen Keimscheibe eine Area pellucida und opaca erkennen lässt, bereits eine Furchungshöhle vorhanden, welche unter der Keimhaut ihre Lage hat. Letztere besteht aus einer Menge Embryonalzellen, welche ebenfalls in der Mitte der Scheibe und an der Oberfläche kleiner sind, als an der Peripherie und in den tieferen Lagen. Die Zellen der oberen Lage bilden eine regelmäßige Schicht und färben sich intensiv mit Karmin; die darunter liegenden etwas größeren Zellen sind unregelmäßiger gruppirt und färben sich weniger gut. Nach unten zu gehen sie allmählich in grob granulirte Furchungskugeln über, welche die Furchungshöhle mehr oder weniger ausfüllen.

Bezüglich der Genese der Furchungshöhle äussern sich die Verff. dahin, dass „dieselbe im engsten Zusammenhange stehe mit der Organisation der Zellen, die vom Centrum der Scheibe sich in die Tiefe und zur Peripherie hin fortsetzen", und dass somit „die Bildung der Furchungshöhle durch die natürliche Volumveränderung der Elemente der segmentirten Keimscheibe bedingt werde."

In den ersten 3—4 Stunden der Bebrütung werden die Zellen der Keimscheibe durch fortgesetzte Teilung immer kleiner; auf den Boden der sich vergrößernden Furchungshöhle lagern sich verschieden große Furchungskugeln von meist rundlicher Form, welche sich nach fünfstündiger Bebrütung sehr gemehrt haben. Vom weissen Dotter wird die Furchungshöhle durch eine dünne Membran geschieden.

Nach 7—$7^1/_2$ stündiger Bebrütung besteht bereits ein scharf ausgeprägtes oberes Keimblatt, dessen Zellen im Centrum der Scheibe in vertikaler Richtung gewachsen sind, während sie an der Peripherie

flach erscheinen. Um die achte Bebrütungsstunde geht die bis dahin kreisrunde Area pellucida in eine ovale Form über. Auf Durchschnitten aus dieser Entwicklungsstufe erscheint das obere Keimblatt im centralen Teil der Keimscheibe, wo es meist aus zwei Reihen von Zellen besteht, von der darunter liegenden Zellenmasse durch eine breite Spalte geschieden.

In der letztgenannten unteren Zellenmasse findet in der Längsachse der Scheibe eine Anhäufung von Zellen statt, die wahrscheinlich am Schwanzende der Area pellucida ihren Anfang nimmt; dadurch entsteht in dieser ein langer weisser Streif, der sogenannte Primitivstreif. Die untersten Zellen desselben flachen sich bald ab und wachsen immer mehr nach der Peripherie der Keimscheibe hin. Aus diesen Zellen geht unter Beteiligung der peripher gelegenen Zellen der unter dem oberen Blatte befindlichen Zellenmasse das untere Keimblatt hervor, dessen Bildung nach 11—12stündiger Bebrütung vollendet ist. Aus den zwischen den beiden Keimblättern liegen gebliebenen Zellen stellt sich das mittlere Keimblatt her, dessen Zellen eine rundliche Form besitzen. Während der Bildung des mittleren Blatts dehnt sich das obere nach der Peripherie zu längs der Dotteroberfläche aus.

Mittleres und unteres Keimblatt gehen jedoch vorerst nicht über den Bereich der Area pellucida hinaus. Das letztere nimmt gleichmäßig den ganzen hellen Fruchthof ein, das erstere beschränkt sich auf die Umgebung des Primitivstreifens und das Schwanzende der Area, während es sich an deren Kopfende und Rändern erst später einstellt. Längs des Primitivstreifens liegen die drei Keimblätter dicht aneinander, insbesondere ist an dieser Stelle das obere mit dem mittleren manchmal ganz verschmolzen.

Zu gleicher Zeit mit dem Auftreten des untern Blatts erscheint am Schwanzende der Area pellucida beginnend, als eine rinnenförmige Einsenkung des obern Blatts längs des Primitivstreifens, die Primitivrinne. In der zwischen der zwölften bis zur zweiundzwanzigsten Stunde der Bebrütung liegenden Zeit treten in der Keimhaut keine neuen Bildungen auf, und es bietet darum diese Periode im Allgemeinen ein geringes Interesse. Die hauptsächlichsten Entwicklungsvorgänge betreffen die weitere Ausbildung der drei Keimblätter, und zwar in erster Linie des mittleren, welches nach der Peripherie zu wächst und bald den Rand der Keimscheibe [vermutlich ist hier die Area pellucida gemeint, Ref.] erreicht; auch vor dem Kopfende des Primitivstreifens verdichtet sich das mittlere Blatt zu einer Fortsetzung dieses Streifens. Das untere Keimblatt besteht um diese Zeit aus flachen Zellen, welche gegen die Peripherie an Volumen zunehmend, allmählich in weisse Dotterzellen übergehen.

Ueber die Bildung der Rückenwülste und der Rückenfurche äussern sich die Verff. nur kurz; erstere liegen zu beiden Seiten des Primitivstreifens und gehen am Kopfende in Form eines Bogenwulstes

in einander über, während sie hinten divergiren. Zwischen ihnen liegt die Rückenfurche, welche keine neue Bildung (Balfour, Goette, Dursy) darstellt, sondern die unmittelbare Fortsetzung der Primitivrinne bildet.

Um über die von Peremeschko behauptete Bildung des mittleren Keimblatts durch Emigration der „Bildungskugeln" zu entscheiden, haben die Verff. jene Gebilde mittels einer vorsichtig in die Keimscheibe eingesetzten Pipette aus der Furchungshöhle ausgezogen und sie unter dem Mikroscop mit Hülfe des galvanischen Stroms auf ihre Beweglichkeit geprüft. Diese Untersuchungen ergaben jedoch kein bestimmtes Resultat. Es wurden wol Bewegungen an den fraglichen Gebilden beobachtet; doch sind die Verff. geneigt, diese zum größten Teile als passive Bewegungserscheinungen aufzufassen.

In einem ihrer Abhandlung beigefügten Anhang behandeln die Verff. die Entwicklung der Chorda dorsalis und des Wolff'schen Ganges. Die erstere ist auf Durchschnitten durch einen dreiundzwanzigstündigen Embryo bereits zu erkennen; sie liegt unter der Rückenfurche und geht im Mittelblatt aus einem Zellencomplexe hervor, der sich durch Zwischenräume von den Seitenteilen des genannten Blatts absondert. „Es muss also die Chorda dorsalis als aus Zellen des Mittelblatts entstehend, betrachtet werden." Wie mit diesen Angaben die kurz darauf ausgesprochene Annahme „dass die Zellen des untern Blatts in der Teilung begriffen sind, sich vermehren und eine Verdickung auf diesem Blatte bilden, welche nach ihrer Absonderung den Anfang zur Chorda dorsalis bildet" in Einklang zu bringen sind, ist dem Ref. unverständlich geblieben.

Bei der Schilderung der Entwicklung des Wolff'schen Ganges gehen die Verff. von einem Stadium aus, welches in die ersten Stunden des zweiten Brütetags fällt. Um diese Zeit bildet sich im mittleren Keimblatt, das auf den Querschnitten in Form zweier zu beiden Seiten des Rückenrohrs gelegenen Platten erscheint, eine Spalte, die von den Seitenenden der letzteren ausgeht; dadurch teilt sich das Mittelblatt in horizontaler Richtung in zwei Platten, in die obere oder die Hautmuskelplatte, und in die untere oder die Darmfaserplatte (Remak). Beide Platten bleiben jedoch, da die Spalte nicht bis zur Medianlinie durchgreift, neben Chorda und Medullarrohr mit einander verbunden.

Diese Spalte zeigt bald darauf in der Nähe des Rückenrohrs jederseits zwei neben einander gelegene kolbige Anschwellungen. Die dem Rückenrohre zunächst liegende bezeichnet die Stelle, welche die Urwirbel einnehmen, die lateral von ihr befindliche zweite entspricht der breitesten Stelle der sogen. Pleuroperitonealhöhle. Daraus geht hervor, dass die Verff. die Urwirbel in ihrer ersten Anlage schon als Hohlgebilde auffassen, deren Höhlung teilweise mit Zellen des mittleren Keimblatts angefüllt ist.

Die Hohlräume der Urwirbel communiciren vorerst noch mit der Pleuroperitonealhöhle durch eine dünne Spalte, die in horizontaler Richtung durch eine Platte gelegt ist, welche die Urwirbel mit den die Pleuroperitonealhöhle begrenzenden Seitenteilen des mittlern Blatts verbindet. Nach 38- bis 39stündiger Bebrütung treibt die Spalte der Verbindungsplatte eine dorsalwärts gerichtete Ausstülpung, welche bald die Form eines Kolbens annimmt, der mit der Platte nur noch durch einen dünnen Hals zusammenhängt. Dies ist die erste Entwicklungsstufe des Wolff'schen Ganges. Hiernach entsteht er so, dass sich die obere Lamelle jener Verbindungsplatte zu einer Längsfalte erhebt, welche sich immer mehr von ihrer Unterlage abschnürt und schließlich sich zu einer Röhre umgestaltet. Nach ihrer vollständigen Ablösung liegen die Wolff'schen Gänge frei in den Räumen zwischen Urwirbel und Seitenplatten. Bald treten zwischen ihnen und dem Sinnesblatt Zellenhäufchen auf, welche die Gänge allmählich immer weiter in die Tiefe zwischen Urwirbel und Seitenplatten des Mittelblatts drängen. Diese Zellen sind wahrscheinlich ein Produkt der Urwirbelmasse.

Die Verff. fassen ihre Beobachtungen folgendermaßen zusammen:

1) Die Wolff'schen Gänge entstehen durch Ausstülpung des horizontalen Teils der Mittelplatte.

2) Sie haben von Anfang an ein Lumen, das ein Rest der gemeinsamen Spalte ist, welche die Urwirbelhöhle mit der Pleuroperitonealhöhle verbindet.

L. Gerlach (Erlangen).

Altes und Neues über Atembewegungen.

Von

J. Rosenthal.

In welcher Weise die Atembewegungen zu Stande kommen, welche bei den höher organisirten Tieren zur genügenden Lüftung des Lungenraums unbedingt notwendig sind, ist eine der anziehendsten Fragen der Tierphysiologie. Noch interessanter aber ist die Erforschung des Zusammenhangs zwischen dieser Ursache der Atembewegungen und dem Atembedürfniss des Tiers, welche in höchst vollkommener Weise die Stärke der Atmung diesem Atembedürfniss anzupassen vermag.

Schon Galen (de anatomicis administrationibus, lib. VIII cap. IX) giebt an, dass Tiere plötzlich sterben, wenn man das Rückenmark in der Gegend des ersten bis dritten Halswirbels durchschneidet, dass sie dagegen am Leben bleiben, wenn der Schnitt hinter dem sechsten Halswirbel geführt wird, weil dann die Bewegungen des Zwerchfells fortdauern. Lorry u. A. haben dies bestätigt. Aber erst Le

Gallois (Expériences sur le principe de la vie, Paris 1812) hat genauer nachgewiesen, dass im verlängerten Mark eine Stelle ist, deren Verletzung die Atembewegungen sofort aufhebt, deren Abtrennung vom Rückenmark die Atembewegungen im Rumpfe aufhebt, während ein Schnitt vor jener Stelle, welche den Zusammenhang zwischen ihr und dem übrigen Gehirn unterbricht, die Atembewegungen am Kopf, d. h. die Bewegungen der Nasenflügel, das Aufsperren des Mauls u. s. w., unmöglich macht. Nach Le Gallois entspricht jene Stelle den Ursprüngen der Nervi vagi. Eine genauere Bestimmung der Lage und Abgrenzung derselben ist von Flourens, Schiff u. A. versucht worden, und Flourens hat für sie den Namen Lebensknoten, noeud vital oder auch point vital eingeführt (Flourens, Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. 2 de éd. Paris 1842; 1re éd. 1824; und in vielen kleineren Artikeln von 1823—1857).

Die Physiologie lehrt uns, dass peripherische Nervenfasern und die von ihnen versorgten Muskeln nicht von selbst in Erregung geraten, sondern dass es dazu eines von außen auf sie einwirkenden Reizes bedarf. Im normalen Verlauf des Lebens werden solche Reize den Nerven von den Centralteilen des Nervensystems aus zugeführt. So lange Centralorgan, Nerv und Muskel in unversehrtem Zusammenhang stehen, sehen wir in letzteren auch ohne äussere Reize Bewegungen auftreten; ist dieser Zusammenhang unterbrochen, dann geschieht dies niemals. Auch da, wo scheinbar Ausnahmen von dieser Regel auftreten, wie z. B. bei den flimmernden Zuckungen in der Zunge und an andern Teilen nach Durchschneidung ihrer Nerven, auf welche M. Schiff die Aufmerksamkeit gelenkt hat, lässt sich nachweisen, dass äußere Reize die Veranlassung dazu abgeben.

Nun finden sich im Centralnervensystem neben den Nervenfasern, welche den peripherischen ganz gleich sind, noch andre Gebilde: Nervenzellen oder Ganglienzellen. Und darum sind wir geneigt, die Fähigkeit, auch ohne äussere Reize in sich selbständig die Erregung zu erzeugen, als eine Eigenschaft der Nervenzellen zu betrachten, wodurch diese sich eben von den Nervenfasern unterscheiden. Und diese Auffassung wird wesentlich unterstützt und bekräftigt durch die Tatsache, dass in allen denjenigen Teilen, welche nach der vollständigen Abtrennung vom Centralnervensystem noch selbständige Bewegungen zeigen, wie im Herzen, dem Darm u. s. w., stets Nervenzellen nachgewiesen werden können, die den in den Centralorganen gefundenen durchaus gleichartig sind.

Wenden wir nun das auf die Erfahrungen am Atmungsapparat an, so ergiebt sich daraus, dass wir an der bezeichneten Stelle der Medulla oblongata eine Anhäufung von Nervenzellen vorauszusetzen haben, von denen die Erregung der Atembewegungen ausgeht. Diese nennen wir das Atemcentrum oder das Centrum der Atembewe-

gungen. Von jenen Zellen, so müssen wir uns vorstellen, gehen zu den einzelnen Atemmuskeln Nervenfasern und führen diesen die im Centrum entstandene Erregung zu. Wird das Centrum zerstört oder werden die Leitungsbahnen von jenem Centrum zu den einzelnen Muskeln unterbrochen, dann hören die Atembewegungen auf.

Die einzelnen Untersuchungen, welche sich an die Arbeiten von Le Gallois und Flourens anschlossen, hatten zunächst nur eine genauere Bestimmung der Lage jenes Organs zum Zweck. Nach den Angaben von Schiff (Lehrb. d. Physiol. S. 332) ist dasselbe paarig, zu beiden Seiten der Mittellinie gelegen, hat eine Ausdehnung von etwa 3 mm. in die Länge und etwas über 1 mm. jederseits in die Breite. Einseitige Zerstörung des Organs hebt deshalb auch nur auf derselben Seite die Atembewegungen auf.

Die hier entwickelten Anschauungen wurden jedoch erschüttert, als Gierke seine im Laboratorium des Professors Heidenhain angestellten Untersuchungen über das Nervencentrum veröffentlichte (Pflüger's Arch. VIII 583, 1873). Er bestimmte nochmals genau die Lage des „Atemcentrums", d. h. der Stelle, deren Zerstörung die Atembewegungen sofort unterbricht. Er fand sie, so ziemlich in Uebereinstimmung mit seinen Vorgängern, paarig zu beiden Seiten der Mittellinie, in der Gegend der Vagusursprünge, nach hinten von den sogenannten Vaguskernen. Aber die mikroskopische Untersuchung der Stelle ergab nicht, wie zu erwarten war, eine Anhäufung von Nervenzellen in ihr, sondern es fand sich als anatomische Grundlage des „Atemcentrums" jederseits ein Faserbündel, welches zum Teil aus den eintretenden Vagusfasern, zum Teil aus dem Vagus- und Trigeminuskern stammt und nach hinten zum Rückenmark zieht.

Die von jener Arbeit begonnene Anregung hat erst in neuester Zeit weiter zu wirken begonnen. Während in Abhandlungen und Lehrbüchern, die in der Zwischenzeit erschienen sind, immer noch von dem Atemcentrum im hergebrachten Sinne die Rede ist, beginnt jetzt eine Bewegung, welche dahin zielt, die Medulla oblongata gleichsam zu depossediren, so dass einer der neuesten Schriftsteller auf diesem Gebiet (Langendorff) schließlich dahin gelangt, dieselbe nicht als die Urheberin der Atembewegungen anzusehen, sondern sie als „Hemmungsorgan" derselben zu bezeichnen.

Die Geschichte dieser Bewegung ist kurz erzählt. P. v. Rokitansky und C. v. Schroff d. J. haben in zwei Versuchsreihen, welche sie in Stricker's Laboratorium zu Wien anstellten, Atembewegungen auch an Tieren gesehen, welchen das Rückenmark von der Medulla oblongata getrennt war (Wiener med. Jahrb. 1874 S. 30, 1875 S. 324); der erstere, nachdem er die Tiere mit Strychnin vergiftet hatte, der letztere an solchen, die er in einem Wärmekasten vor der sonst nach Rückenmarksdurchschneidung eintretenden Abkühlung bewahrt hatte. Langendorff selbst endlich (Arch. f. Physiol. 1880 S. 518) hat die

Versuche von Rokitansky in vollkommnerer Weise wiederholt und nicht nur, wie jener, einzelne Atembewegungen, sondern unter Umständen ganze Reihen von solchen gesehen.

Was folgt nun aus diesen Versuchen und was hat es mit der von Langendorff angenommenen „Hemmung“ für eine Bewandtniss?

Die Bedeutung der Tatsache, dass Abtrennung des Rückenmarks von der Med. obl. die Atembewegungen aufhebt, wird meiner Ueberzeugung nach durch die Erfahrungen, welche die genannten Forscher beibringen, nicht im Geringsten erschüttert; denn die beobachteten Atembewegungen, selbst die längeren Reihen von solchen bei Langendorff, sind nicht ohne Weiteres gleichzusetzen den regelmäßigen Atembewegungen des normalen Tiers. Sie können ohne Zwang als Reflexbewegungen aufgefasst werden. Nicht nur, dass sie in weitaus der Mehrzahl der Fälle überhaupt nur infolge äußerer Reize eintreten und unter Umständen, wo die Reflexerregbarkeit gesteigert ist; auch wo sie scheinbar spontan erfolgen, ist ein solcher reflektorischer Ursprung sehr wahrscheinlich. Noch keinem der Experimentatoren ist es gelungen, diese Atembewegungen wieder soweit in Gang zu bringen, um durch sie das Leben, wenn auch nur auf kurze Zeit, zu unterhalten. Wir sind, wenigstens bis jetzt, noch nicht berechtigt, die Ursache der normalen Atembewegungen in Teilen des Nervensystems unterhalb der Medulla oblongata wirklich als erwiesen zu bezeichnen.

Wenn ein Mensch durch einen Sturz auf den Rücken eine vollständige Durchquetschung des Rückenmarks im Brustteil erleidet, so ist damit der Einfluss des Willens auf diejenigen Muskeln, deren Nerven aus dem untern Rückenmarksabschnitt entspringen, vollkommen aufgehoben. In diesen Muskeln treten hier und da Zusammenziehungen auf, zuweilen sogar sehr energische, meistens infolge sensibler Reize (die bekannten Reflexbewegungen), zuweilen ohne dass solche äußere Ursachen sich mit Sicherheit nachweisen lassen. Aber trotzdem zweifeln wir nicht daran, dass die Ursache der normalen willkürlichen Bewegungen im Gehirn, und nur in diesem allein, gelegen sei. Wir schließen dies daraus, dass in diesen Fällen jene Bewegungen, auch wenn sie den normalen sehr ähnlich sehen, nur ausnahmsweise und selten eintreten, und dass in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle ihre reflectorische Natur sicher nachgewiesen werden kann. Ganz dasselbe lehren uns die Versuche über Rückenmarksdurchschneidungen bei Tieren.

Wenn ein motorischer Nerv, der aus einem solchen, vom Gehirn abgetrennten Teil des Rückenmarks entspringt, von einem sensiblen Nerven aus der in denselben Rückenmarksteil eintritt, in Erregung versetzt werden kann, so muss innerhalb des Rückenmarks eine Verbindung zwischen dem sensiblen und dem motorischen Nerven bestehen. Wir sind geneigt anzunehmen, dass solche Verbindung durch Nervenzellen vermittelt werde. Diese Annahme stützt sich auf gewichtige

Gründe. Derartige physiologische Verknüpfung sensibler und motorischer Nerven ist noch niemals in andern Apparaten beobachtet worden, als in solchen, die reich an Nervenzellen sind. Die Histologie lehrt uns, dass die motorischen Nerven in jenen Apparaten mit Nervenzellen in Verbindung sind, und ein histologischer Zusammenhang der sensiblen Nerven mit eben diesen Zellen lässt sich wenigstens sehr wahrscheinlich machen. Will man nun jene Nervenzellen, mit denen die motorischen Nerven im Rückenmark in Verbindung treten, ihr Centrum nennen, so lässt sich gegen diese Anwendung des Worts nicht viel einwenden. So würde es auch erlaubt sein, von Centren der Atemnerven im Rückenmark zu sprechen. Diese Centren können dann, auf Grund der erwähnten Tatsachen, als solche bezeichnet werden, welche reflektorisch oder unter besondern Umständen gelegentlich einmal in Erregung geraten. Dass aber in ihnen regelmäßig während des ganzen Lebens die normalen Atembewegungen ihren Ursprung finden, das kann man auf Grund der bisherigen Erfahrungen in keiner Weise behaupten.

Wenn es daher als unerwiesen erachtet werden muss, dass diese Centra der Atemnerven im Rückenmark im normalen Ablauf der Lebenserscheinungen regelmäßig und aus innern Ursachen in Erregung geraten, so können wir sie gleichsam nur als Centra erster Ordnung betrachten, in welchen die Atemnerven vorläufig endigen und wo sie mit sensiblen Nervenfasern und den vom Gehirn herunterkommenden Leitungsbahnen in Verbindung treten gerade so, wie dies mit allen andern motorischen, aus dem Rückenmark entspringenden Nerven auch der Fall ist. Aber wie die gewöhnlichen willkürlichen Bewegungen unbestrittener Weise nicht durch selbständige Erregungen jener Nervenzellen des Rückenmarks zu Stande kommen, so müssen wir auch für die Atembewegungen ein Centrum höherer Ordnung annehmen, welches in einem andern Teil des Centralnervensystems liegen muss, so lange nicht regelmäßigere und andauerndere Atembewegungen an Tieren beobachtet worden sind, deren Rückenmark von der Medulla oblongata abgetrennt ist.

Wenden wir uns nun wieder zu dieser und dem in ihr vorausgesetzten Atemcentrum, so würden auf Grund der Gierke'schen Untersuchungen zwei Annahmen gemacht werden können. Entweder ist jene Stelle, deren Zerstörung sofortige Unterbrechung der Atembewegungen zur Folge hat, trotzdem sie keine Ganglienzellen enthält, dennoch das wahre Atmungscentrum, d. h. in ihr entsteht selbständig die Erregung der Atembewegungen. Oder aber diese Erregung findet an einer andern Stelle statt, und dann wäre zu erklären, warum jene Verletzung und jede Durchschneidung des Rückenmarks zwischen ihr und dem Abgang der Atemnerven sofortigen Atmungsstillstand bewirkt.

Langendorff stellt sich entschieden auf den letzteren Standpunkt.

Nach ihm sind die Atemcentra im Rückenmark selbst gelegen, die Aufhebung der Atembewegungen aber betrachtet er als eine Hemmung in Folge des durch die Verletzung gegebenen Reizes, und jene Stelle der Med. obl. soll gerade dadurch ausgezeichnet sein, dass in ihr alle Hemmungsnervenbahnen auf engstem Raume zusammenlaufen.

Um diese Vorstellung ganz verständlich zu machen, müssen wir auf den Begriff der Hemmung eingehen. Im Jahre 1848 machte Ed. Weber die Beobachtung, dass eine Reizung des N. vagus am Halse die Bewegungen des Herzens aufhebe, und dass das Herz während der Dauer der Reizung im Zustande der Erschlaffung (Diastole) verharre. Diese Tatsache, welche der Wirkung motorischer Nerven auf die mit ihnen verbundenen Muskeln gerade entgegengesetzt ist, wird als Hemmung bezeichnet. Seitdem sind noch andre ähnliche Fälle aufgefunden worden, und man nennt alle Nerven, die in solcher Weise wirken, Hemmungsnerven.

Solche Hemmungsnerven gibt es auch am Atmungsapparat. Aber wenn wir mit Langendorff den Stillstand der Atmung nach Verletzung jener Stelle der Med. obl. oder nach Durchschneidung des Rückenmarks als „Hemmung“ auffassen wollen, so machen wir stillschweigend noch die andre Voraussetzung, dass ein solcher einfacher Schnitt eine stundenlang andauernde Erregung jener hypothetischen Hemmungsfasern bewirke. Solche Annahmen zur Stütze von Annahmen müssen offenbar immer mit großer Vorsicht gemacht werden. Langendorff ist freilich hierin nicht ohne Vorgänger. In der Physiologie der Atembewegungen wie der des Herzens begegnet man der Annahme von der langanhaltenden reizenden Wirkung eines Schnittes öfter. Aber dieselbe ist zu sehr im Widerspuch mit dem, was sonst über die Wirkungen solcher Schnitte bekannt ist, und eine sichrere Begründung haben alle diese Annahmen noch nirgends gefunden.

Zu Gunsten dieser Auffassung lässt sich auch, so viel ich sehe, nur eine Tatsache anführen. Wenn Gierke jene Stelle in der Med. obl. unvollkommen zerstörte, sah er vorübergehenden Stillstand der Atembewegungen eintreten. Aber diese Tatsache lässt eben so ungezwungen die andere Deutung zu, dass durch eine solche, quetschend oder erschütternd wirkende unvollkommene Zerstörung jener für das Zustandekommen der Atembewegungen wichtigen Stelle eine vorübergehende Lähmung oder Leitungsunterbrechung eintrete, welche die noch unversehrt gebliebenen Teile derselben zeitweise außer Function setze. Eine entscheidende Bedeutung für oder wider die eine oder die andre der in Rede stehenden Auffassungen lässt sich also dieser Tatsache nicht zuschreiben.

Dagegen gibt es eine andre Tatsache, welche sich, soviel ich sehen kann, in keiner Weise mit der Hemmungstheorie vereinigen lässt. Kronecker und Markwald konnten durch elektrische Reizung der vom Gehirn abgetrennten Medulla oblongata Atembewegungen

auslösen (in den Pausen zwischen den von selbst entstehenden) oder die vorhandenen verstärken (Arch. f. Physiol. 1879 S. 592). Hier hat also eine unzweifelhafte Reizung keine „Hemmung“ verursacht, und es wird schwer, dem gegenüber den Erfolg der Durchschneidungen als Folge einer Reizung von Hemmungsapparaten aufzufassen.

Auf der andern Seite aber würde ich es für äußerst gewagt halten, die Gierke'schen Befunde zur Grundlage einer Theorie zu machen, nach welcher Nervenzellen unnötig für den Begriff eines „Nervencentrums“ wären. Wenn wirklich in den von ihm gefundenen Teilen, deren Durchschnitt sofortigen Atemstillstand verursacht, keine Zellen aufzufinden sind (und ich habe keinen Grund, daran zu zweifeln, obgleich ich die Präparate nicht gesehen habe), so bleibt noch immer die Deutung übrig, dass diese Teile nicht das Centrum selbst, sondern nur die Leitungsbahnen darstellen, durch welche die im eigentlichen Nervencentrum der Atembewegungen entstehenden Erregungen zu den einzelnen Nerven der Atemmuskeln hingeleitet werden. Die Durchschneidung dieser Bahnen müsste dann selbstverständlich die Atembewegungen gerade so aufheben, wie die Durchschneidung eines motorischen Nerven die von diesem versorgten Muskeln lähmt oder die Durchschneidung des Rückenmarks alle die Muskeln, deren Nerven unterhalb des Schnitts entspringen. Dann wäre allerdings die Frage nach dem eigentlichen Sitz des Atemcentrums noch eine offene. Und es wäre wol denkbar, dass dieses Centrum nicht einen so eng begrenzten Bezirk einnehme, wie wir nach den Versuchen von Le Gallois, Flourens u. A. bisher angenommen haben. Um diese Frage zu entscheiden, bedarf es neuer Untersuchungen, sie ist noch nicht spruchreif. Unabhängig von dieser Frage nach dem anatomischen Sitz des Centrums geht aber die Untersuchung nach den Bedingungen seiner Tätigkeit, und von diesen wollen wir in einem zweiten Artikel handeln.

(Fortsetzung folgt.)

Das Chlorophyll.

Bericht über Hoppe-Seyler's Mitteilungen über das Chlorophyll der Pflanzen. Zeitschrift für physiologische Chemie III, 339 (1879); IV, 192 (1880); V, 75 (1881).

Die alkoholische Lösung grüner Pflanzenteile enthält, wie seit langer Zeit bekannt, einen grünen Farbstoff von merkwürdigen optischen Eigenschaften. Er fluorescirt in fast homogenem rotem Licht, besonders wenn er von den Schwingungen des violetten, blauen oder roten Lichts getroffen wird. Es ist wol noch nicht mit Sicherheit entschieden, dass dieser grüne Farbstoff es ist, welcher den Pflanzen die grüne Farbe verleiht. Als ein nahes Zersetzungsprodukt dieses Körpers kann der in Alkohol lösliche Stoff immerhin gelten.

Bis auf die letzten Jahre haben die Botaniker einen großen Fleiss auf die spektroscopische Untersuchung dieses „Chlorophylls“ verwandt. Die Früchte dieser Bemühungen waren spärlich genug. Es zeigte sich auch hier, dass man von der physiologischen Bedeutung der in einem Organismus enthaltenen Stoffe wenig erfährt, so lange man mit Extrakten arbeitet und die Reindarstellung derartiger Produkte scheut.

Hoppe-Seyler hat nun den vom schönsten Erfolge gekrönten Versuch unternommen die färbende Substanz des alkoholischen Extrakts grüner Pflanzenteile zu isoliren.

Er benutzte für seine Versuche meist Gramineen. Nachdem das „Wachs“ durch Aether extrahirt war, wurde durch kochenden absoluten Alkohol eine grüne Lösung erhalten. Beim Stehen schieden sich aus derselben im durchfallenden Lichte rot, im auffallenden grünlich bis weisssilberglänzend gefärbte Krystalle ab. Dieselben sind von Bongarel als Erythrophyll bezeichnet worden.

Dampft man die grün gefärbte Lauge ein, so wird nach mehrfachem Umkrystallisiren ein zweiter krystallinischer Körper in kugligen Körnern erhalten. Dieser Körper wird wegen seiner vermutlich nahen Beziehung zum Farbstoff grüner Pflanzenteile von Hoppe Chlorophyllan genannt. Seine Lösungen zeigen schon bei einem Gehalt von 0,001 gr. Farbstoff im Liter das charakteristische Band der Chlorophylllösungen im Rot zwischen B und C. Die Lösungen geben starke rote Fluorescenz, sind aber nicht rein grasgrün, sondern mehr olivengrün gefärbt. Der Farbstoff enthält, wie es scheint, kein Eisen, dagegen neben C, O, N und H noch Mg und P. Er ist mit Lecithin nicht verunreinigt. Da sein P-Gehalt also dem Molekül des Farbstoffs zugehörig ist, stellt das Chlorophyllan höchst wahrscheinlich eine Verbindung eines Farbstoffs mit dem P-haltigen Lecithin dar.

Es musste nun die nächste Aufgabe sein, den P-haltigen Atomcomplex abzutrennen, um womöglich auf diese Weise den P-freien Paarling der neuen Verbindung zu isoliren. Hoppe kochte zu diesem Zwecke die alkoholische Lösung des Chlorophyllans mit alkoholischer Kalilösung. Der Farbstoff wurde sehr langsam angegriffen. Es resultirten zwei Körper, welche vielleicht als Oxydationsprodukte des Chlorophyllans anzusehen sein dürften.

Der eine Körper, welcher das Hauptprodukt der Einwirkung von Kali auf Chlorophyllan vorstellt, heisst wegen der zweifarbigen Fluorescenz seiner Lösungen Dichromatinsäure. In ihr ist die Atomgruppe des Chlorophylls, welche das bekannte Absorptionsband zwischen B und C zeigt, erhalten. Sie ist N-frei. Ein Zersetzungsprodukt dieser Säure ist das Phylloporphyrin, dessen Name an seine Aehnlichkeit mit dem Hämatoporphyrin (erhalten aus Hämoglobin) erinnern soll.

Neben der Dichromatinsäure wird durch Kali aus dem Chlorophyll die Chlorophyllansäure gebildet. Sie zeigt in ätherischer

Lösung zu dem bekannten Bande des Chlorophylls (zwischen B und C) außerdem noch einen neuen Streifen im Rot.

Soweit ist Hoppe-Seyler bisher vorgedrungen. Seine Mitteilungen müssen das regste Interesse aller derer erregen, welche meinen, dass die physiologische Chemie berufen ist das Rätsel vom Stoffwechsel der Pflanze zu lösen.

Th. Weyl (Erlangen).

L. Landois (Greifswald), **Brütapparat mit elektromagnetischer Vorrichtung zur Regulirung eines constanten Temperaturgrades.**

Mitteilungen aus dem naturw. Verein von Neu-Vorpommern u. Rügen.

Der Apparat, von dem wir nur ganz kurze Andeutungen geben können, besteht aus drei Abteilungen; die untere enthält die elektrischen Batterien, die mittlere den eigentlichen Brutraum, die obere elektromagnetische Vorrichtungen, durch welche die Regulirung der Wärme des Brutraums bewirkt wird. — Der Brutraum ist von Wasser umgeben und hat zu beiden Seiten mit Quecksilber gefüllte Glasgefäße S u. S_1, in welche Platindrähte tauchen. Hat das Wasser die Temperatur von 40° C. erreicht, so stellt man diese Drähte dem entsprechend ein. Erwärmt wird das Wasser durch eine beständig brennende kleinere, und eine größere Gasflamme. Steigt nun die Temperatur des Wassers über 40°, so dehnt das Quecksilber in S und S_1 sich aus, berührt die Platinspitzen und schließt dadurch den Strom der Kette. Hierdurch wird aber ein im obern Raume angebrachter Elektromagnet wirksam, zieht einen über ihm befindlichen Eisenbalken an, welcher wieder eine Röhre in ein Quecksilbergefäß taucht und dadurch die Gaszufuhr zu der größeren Flamme abschneidet. Kühlt sich das Wasser wieder ab, so wird der Strom wieder unterbrochen, der Magnet lässt den Balken fahren, dieser hebt die Röhre aus dem Quecksilbergefäß, und dadurch wird wieder die Gaszufuhr zur größern Flamme frei. Diese entzündet sich an der kleinern, das Wasser erwärmt sich wieder stärker u. s. f.

Außerdem ist zur Wärmeregulirung am Apparate noch eine Vorrichtung angebracht, durch welche im Augenblick der stärksten Erwärmung sofort kaltes Wasser in den Kasten läuft. Das Nähere hierüber muss der Leser im Original einsehen.

S.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die „Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“ zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.